

## 明細書

## 光電子増倍管

## PHOTOMULTIPLIER TUBE

## 5 技術分野

本発明は光電子増倍管に関する。

## 背景技術

特開平6-111757号（以下特許文献1という）には、中心軸の  
10回りに配置されたN個の独立した電子増倍部を有する光電子増倍管が記  
載されている。この光電子増倍管は、長軸を有する対称構造の密閉容器  
を備え、密閉容器の内側面に形成された光電面から発生する光電子の位  
置に応じて光電子をN個の電子増倍部に分けるために、第1段ダイノー  
ドが設けられている。

15 第1段ダイノードは、平坦な底部および光電面の方へと延在する側面  
を有するカップ状で、対称軸が密閉容器の長軸とほぼ一致している。電子  
増倍部は、シートタイプの電子増倍器により構成されている。また、  
第1段ダイノードの底部付近の中央部に、光電面とほぼ同電位を与えら  
れた電極が配置されている。

20 特開平7-192686号（以下、特許文献2という）には、少なく  
とも2つのセグメント空間を有する光電子増倍管が記載されている。こ  
の光電子増倍管は、前面内側に光電面が形成された密閉容器を有し、密  
閉容器内に、光電面から放出される光電子を収束する収束電極に相当す  
る部分と、1次の増倍を行なう第1段ダイノードに相当する部分とを含  
む電極が備えられている。

電極の収束電極に相当する部分と第1段ダイノードに相当する部分と

は、平板によって分けられている。平板は、各セグメント空間に対応した孔部を有し、孔部にはグリッドが設けられている。密閉容器の中心軸を含む平面を含み、平板から光電面と逆の方向に、中央隔壁が設けられている。中央隔壁の光電面と逆側近傍に第2段以降の入力ダイノード設けられている。密閉容器の中心軸を含む中央部分には、平板と平行に、かつ僅かに離れて横棒が位置する。横棒は、電極とは絶縁され、光電面と等しいかそれに近い電位を与えられている。

特開平8-306335号（以下、特許文献3という）には、マルチチャンネル電子増倍管が記載されている。この電子増倍管は、シート状のダイノードを有し、特定のチャンネルの利得を制御するために、ダイノードのシート間に制御電極を設けている。

このマルチチャンネル電子増倍管は内面に光電面を備えた密閉容器を有し、各チャンネル間には、光電面と同電位を与えられた十字型の凸部が備えられている。

特開平11-250853号（以下特許文献4という）には、仕切り板により光電子増倍管の電子収束空間を複数のセグメントに分割した光電子増倍管が記載されている。この光電子増倍管においては、密閉容器内面に形成された光電面近くから密閉容器の中心軸を含む面の方向に仕切り板が延在している。仕切り板は、光電面と同電位を与えられている。複数のセグメントには夫々複数のダイノードが備えられ、電子を増倍する。

### 発明の開示

特許文献1に記載の光電子増倍管においては、第1段ダイノードの形状をカップ形状とし、第1段ダイノードの底部付近の中央部に光電面とほぼ同電位を与えられた電極を配置して光電子増倍管内の電界を調整し、

光電面から放出された電子および第1段ダイノードから放出された二次電子が、第1段ダイノードおよび第2段以降のシートタイプの増倍器に入射するようにしている。

特許文献2に記載の光電子増倍管においては、収束電極と第1段ダイノードとを兼ねた電極を備えて、光電面から放出された電子を第1段ダイノードに入射させ、第1段ダイノードから放出された二次電子は、第1段ダイノードと第2段以降の入力ダイノードとの電位差と中央隔壁の作用により、第2段以降の入力ダイノードに入射させている。

特許文献3に記載の光電子増倍管においては、シート状ダイノードの特定チャンネルの利得を制御するために、ダイノードのシート間に制御電極を設け、各チャンネル間には、光電面と同電位を与えられた十字型の凸部を備えて電子をダイノードに入射させている。

特許文献4に記載の光電子増倍管においては、複数のセグメント間に光電面と同電位を与えた仕切り板が配置され、光電子増倍管内の電界を調整して電子をダイノードに入射させている。

しかしながら、上記のような光電子増倍管では、光電面の電子が放出される場所によっては、第1段ダイノードに効率よく入射しない場合がある。特に光電面の周縁部分から放出された光電子、あるいは第1段ダイノードの周縁部から放出された二次電子は、第1段のダイノードまたは第2段以降のダイノードに入射できずにすり抜けてしまう場合がある。

このような場合には、光電面の有効面積が縮小され、実質的な検出感度が低下してしまうという問題が生ずる。また、光電面内の出力信号が均一にならず、特に画像処理などに用いる場合には、周辺部の画像が鮮明に得られないなどの問題が生ずる。

上記課題を解決するためになされた本発明は、ガラス製の入射面板と、該入射面板の一つの側の面に接続され、該入射面板に略垂直な管軸に沿

って延びるガラス製の中空の側管と、該入射面板の該一つの側の面のうち該側管の内側に位置した領域に形成され、該入射面板に入射した光に応じた光電子を放出する光電面と、該光電面から放出された光電子を増倍する電子増倍部と、該光電面に対応して該側管の内側に設けられ、該  
5 電子増倍部から放出される電子を受けるアノード電極と、を備え、該電子増倍部は、該側管の内側に設けられ、該光電面から放出された光電子が入射すると増倍して二次電子を放出する第1段ダイノードと、該側管の内側に、該第1段ダイノードと該軸方向において略同一位置に配置され、該第1段ダイノードから放出された二次電子が入射するとさらに増  
10 倍して二次電子を放出する第2段ダイノードと、該側管の内側に、該第1段ダイノードおよび該第2段ダイノードより該管軸方向における下部に設けられ、該第2段ダイノードから放出された二次電子が入射すると次々に増倍して二次電子を放出する第3段ダイノード以下の複数段のダイノードと、該第3段ダイノードを該第2段ダイノードに望ませる開口部  
15 を有し該第2段ダイノードと該第3段ダイノードとの間に備えられた平板と、該第1段ダイノードの下端よりも該光電面側に延びる該開口部の第1段ダイノード側に設けられた第1のつい立とを備えた収束電極と、を有することを特徴とする光電子増倍管である。

上記光電子増倍管においては、光電面は入射光に応じて光電子を放出  
20 する。電子増倍部は、第1段ダイノード、第2段ダイノード、および第3段ダイノード以下の複数段のダイノード、収束電極を有している。第1段ダイノードは光電面から放出された電子が入射すると、二次電子を放出する。第2段ダイノードは第1段ダイノードから放出された電子が入射すると増倍して二次電子を放出する。収束電極は、第2段ダイノードからの電子が通過する開口部を備えた平板を有し、平板の開口部の第1段ダイノード側に第1のつい立が備えられている。収束電極は、第1

段ダイノードおよび第2段ダイノード近傍の電位を調整し、電子を効率よく各段のダイノードに入射させるようにしている。

先端が該第2段ダイノードの下端よりも上部に位置するように該光電面側に延びた第2のつい立を、該平板の開口部の第2段ダイノード側に備えるようにしてもよい。第2のつい立は、第2段ダイノードと第3段ダイノードとの間の電位を調整し、第3段ダイノードに電子が効率よく入射するようにしている。

また本発明は、ガラス製の入射面板と、該入射面板の一つの側の面に接続され、該入射面板に略垂直な管軸に沿って延びるガラス製の中空の側管と、該入射面板の該一つの側の面のうち該側管の内側に位置した領域に形成され、該入射面板に入射した光に応じた光電子を放出する光電面と、該光電面から放出された光電子を増倍する電子増倍部と、該光電面に対応して該側管の内側に設けられ、該電子増倍部から放出される電子を受けるアノード電極と、を備え、該電子増倍部は、該側管の内側に設けられ、該光電面から放出された光電子が入射すると増倍して二次電子を放出する第1段ダイノードと、該側管の内側に、該第1段ダイノードと該軸方向において略同一位置に配置され、該第1段ダイノードから放出された二次電子が入射するとさらに増倍して二次電子を放出する第2段ダイノードと、該側管の内側に、該第1段ダイノードおよび該第2段ダイノードより該管軸方向における下部に設けられ、該第2段ダイノードから放出された二次電子が入射すると次々に増倍して二次電子を放出する第3段ダイノード以下の複数段のダイノードと、該第1段ダイノード下端側に設けられ該第1段ダイノードの下端よりも該光電面側に延びる第1のつい立と、該第3段ダイノードを該第2段ダイノードに望ませる切り込み部を備えた平板と、該切り込み部の第2段ダイノード下端側に設けられ、該第2段ダイノードの下端よりも該光電面側に延びる第

2のつい立と、を備え、該第2段ダイノードと該第3段ダイノードとの間に固定されることにより、該第1段ダイノードと該第3段ダイノードとの間まで延びる開口部を形成する収束電極と、を有することを特徴とする光電子増倍管である。

5 上記光電子増倍管においては、第1のつい立、第2のつい立および平板とよりなる収束電極、および収束電極が固定されて形成される開口部が、電子増倍部の電位を調整し、各段のダイノードに電子が効率よく入射するようにしている。

また本発明は、ガラス製の入射面板と、該入射面板の一つの側の面に接続され、該入射面板に略垂直な管軸に沿って延びるガラス製の中空の側管と、該入射面板の該一つの側の面のうち該側管の内側に位置した領域に形成され、該入射面板に入射した光に応じた光電子を放出する光電面と、該光電面から放出された光電子を増倍する電子増倍部と、該光電面に対応して該側管の内側に設けられ、該電子増倍部から放出される電子を受けるアノード電極と、を備え、該電子増倍部は、該側管の内側に設けられ、該光電面から放出された光電子が入射すると増倍して二次電子を放出する第1段ダイノードと、該側管の内側に、該第1段ダイノードおよび該第2段ダイノードより該管軸方向における下部に設けられ、該第2段ダイノードから放出された二次電子が入射すると次々に増倍して二次電子を放出する第3段ダイノード以下の複数段のダイノードと、該第1段ダイノード下端側に設けられ該第1段ダイノードの下端よりも該光電面側に延びる第1のつい立と、該第3段ダイノードを該第2段ダイノードに望ませる第1の開口部と、該第1段ダイノードと該第3段ダイノードとの間

の第2の開口部とを備え該第2段ダイノードと該第3段ダイノードとの間に備えられた平板と、該第1の開口部の第2段ダイノード下端側に設けられ、該第2段ダイノードの下端よりも該光電面側に延びる第2のつい立とを備えた収束電極と、を有することを特徴とする光電子増倍管で  
5 ある。

上記光電子増倍管においては、第1のつい立、第2のつい立および平板とよりなり、第1の開口部および第2の開口部を有する収束電極が、電子増倍部の電位を調整し、各段のダイノードに電子が効率よく入射するようにしている。

10 収束電極は、第2段ダイノードよりも高く、第3段ダイノード以下の電位を与えられることが好ましい。かかる構成により、第2段ダイノードから放出された電子が、収束電極により収束されつつ効率よく第3段ダイノードに入射する。

さらに本発明は、ガラス製の入射面板と、該入射面板の一つの側の面  
15 に接続され、該入射面板に略垂直な管軸に沿って延びるガラス製の中空の側管と、該入射面板の該一つの側の面のうち該側管の内側に位置した領域に形成され、該入射面板に入射した光に応じた光電子を放出する光電面と、該光電面から放出された光電子を増倍する電子増倍部と、該光電面に対応して該側管の内側に設けられ、該電子増倍部から放出される  
20 電子を受けるアノード電極と、を備え、該電子増倍部は、該側管の内側に設けられ、該光電面から放出された光電子が入射すると増倍して二次電子を放出する第1段ダイノードと、該側管の内側に、該第1段ダイノードと該軸方向において略同一位置に配置され、該第1段ダイノードから放出された二次電子が入射するとさらに増倍して二次電子を放出する  
25 第2段ダイノードと、該側管の内側に、該第1段ダイノードおよび該第2段ダイノードより該管軸方向における下部に設けられ、該第2段ダイ

ノードから放出された二次電子が入射すると次々に増倍して二次電子を放出する第3段ダイノード以下の複数段のダイノードと、該第1段ダイノードの下端側で、かつ該第3段ダイノードの上側に設けられる第1の収束電極と、該第2段ダイノードの下端側で、かつ該第3段ダイノードの上側に設けられる第2の収束電極と、を夫々備え、該第2段ダイノードで増倍された電子は該第1の収束電極と該第2の収束電極との間の空間を通過して該第3段ダイノードに入射することを特徴とする光電子増倍管である。

上記光電子増倍管においては、該第1の収束電極と該第2の収束電極とが電子増倍部の電位を調整し、第2段ダイノードからの電子が該第1の収束電極と該第2の収束電極との間の空間を通過して第3段ダイノードに入射するようにして、各段のダイノードに電子を効率よく入射させている。

また、上記いずれの光電子増倍管においても、該第1の収束電極と該第2の収束電極とは同一部材で形成するようにしてもよい。

#### 図面の簡単な説明

第1図は、本発明の第1の実施の形態にかかるマルチアノード型光電子増倍管1の第2図のA-A'面における概略断面図である。

第2図は、マルチアノード型光電子増倍管1を上方から見た平面図である。

第3図は、マルチアノード型光電子増倍管1の第2図のC-C'面における断面図である。

第4図は、マルチアノード型光電子増倍管1のつい立収束電極20の上面図である。

第5図は、マルチアノード型光電子増倍管1における電子の軌跡を示

す図である。

第6図は、第1のつい立21および第2のつい立22がない場合のマルチアノード型光電子増倍管1の電子の軌跡を示す図である。

第7図は、第1のつい立21および第2のつい立22がないマルチアノード型光電子増倍管1にメッシュ24を設けた場合の電子の軌跡を示す図である。

第8図は、第2のつい立22がない場合のマルチアノード型光電子増倍管1の電子の軌跡を示す図である。

第9図は、本発明の第2の実施の形態にかかるマルチアノード型光電子増倍管100の第10図のA-A'における断面図である。

第10図は、マルチアノード型光電子増倍管100を上方から見た平面図である。

第11図は、マルチアノード型光電子増倍管100の第2図のC-C'面における断面図である。

第12図は、マルチアノード型光電子増倍管100のつい立収束電極120の上面図である。

第13図は、マルチアノード型光電子増倍管100における電子の軌跡を示す図である。

第14図は、マルチアノード型光電子増倍管100のつい立収束電極220の上面図である。

発明を実施するための最良の形態

本発明の光電子増倍管の例として、第1の実施の形態にかかるマルチアノード型光電子増倍管1を図面を参照しながら説明する。

まず、マルチアノード型光電子増倍管1の構成を、第1図乃至第4図

に基づき説明する。第1図に示すように、マルチアノード型光電子増倍管1は、 $2 \times 2$ のマルチアノードタイプの光電子増倍管である。マルチアノード型光電子増倍管1は、略四角柱形状のガラス容器5を有している。ガラス容器5は、透明ガラス製である。ガラス容器5の第1図における上面は、光の入射面板4となっている。

入射面板4には、内側に光電面3が形成されている。ガラス容器5の側面は、入射面板4に略垂直な管軸Zに沿って延びており、中空の側管6をなしている。ガラス容器5の底部7には、出入力ピン35が設けられている。入射面板4、側管6、底部7とは一体に形成され、ガラス容器5の内部を密閉している。

ガラス容器5の側管6上部内面に、アルミニウム薄膜7が蒸着され、光電面3と同電位を与えられている。ガラス容器5の側管6外面には、パーマロイなどの磁性材料からなる磁気シールド（図示せず）が備えられ、さらに樹脂などからなるチューブで覆われている。

ガラス容器5内部には、隔壁9、シールド電極11、平板状電極13、メッッシュ15、第1段ダイノードDy1、第2段ダイノードDy2、つい立収束電極20、ダイノード列25、アノード31等が備えられている。第1段ダイノードDy1、第2段ダイノードDy2、つい立収束電極20、ダイノード列25は、電子増倍部に相当する。

ガラス容器5内部の光電面3、シールド電極11、平板状電極13、第1段ダイノードDy1、第2段ダイノードDy2、ダイノード列25、アノード31等は、出入力ピン35と図示しない配線にて接続され所定の電位を与えられている。

隔壁9は、導電性部材からなり、光電面3から管軸Zの方向に延びている。第2図に示すように、隔壁9は上方から見ると十文字形状の壁であり、ガラス容器5内の電子収束空間を4つのセグメント空間5-1乃

至 5-4 に分割している。第 1 図に示すように、下部はシールド電極 1 1 と接続している。隔壁 9 は、光電面 3 と同電位を与えられる。

シールド電極 1 1 は導電性の板状部材であり、ガラス容器 5 内部の隔壁 9 の下部に、第 2 段ダイノード Dy 2 が光電面 3 に対し露出されるの 5 を遮蔽するように配置されている。シールド電極 1 1 の周縁部は、図示の例では光電面 3 の方向に延びる立ち上がりが設けられ、シールド電極 1 1 の強度を補強している。シールド電極 1 1 は、光電面 3 と同電位を与えられる。

平板状電極 1 3 は、第 2 図に示すように開口を有し、シールド電極 1 10 1 の下部にガラス容器 5 の断面を覆うように設けられている。平板上電極 1 3 の周辺部には、光電面 3 の方向に延びる立ち上がりが設けられている。図示の例では、平板状電極 1 3 の開口はガラス容器 5 の中心軸 Z の周囲に 4 箇所 2 行 2 列に設けられ、それぞれのセグメント空間 5-1 乃至 5-4 に対応する光電面 3-1 乃至 3-4 から放出された電子が通 15 過する。

平板状電極 1 3 は、第 1 段ダイノード Dy 1 と同電位か、第 2 段ダイノード Dy 2 の電位を越えない範囲で第 1 段ダイノード Dy 1 の電位より少し高い電位を与えられる。

平板状電極 1 3 の各開口には、メッシュ 1 5 が設けられている。メッシュ 1 5 は、導電性の網状部材である。メッシュ 1 5 には、第 1 段ダイノード Dy 1 と同電位か、第 2 段ダイノード Dy 2 の電位を越えない範囲で第 1 段ダイノード Dy 1 の電位より少し高い電位が与えられる。

各メッシュ 1 5 に対応して、その下部に第 1 段ダイノード Dy 1 が設けられる。すなわちガラス容器 5 内の各セグメント空間 5-1 乃至 5-4 に各 1 つ、合計に 4 つの第 1 段ダイノード Dy 1 が設けられている。

第 1 段ダイノード Dy 1 は、水平に平らに延びる水平部と、軸方向に

平らに延びる垂直部と、水平部と垂直部とを接続し斜め方向に延びる斜め部とを備え、各セグメント空間 5-1 乃至 5-4 に対応する光電面 3-1 乃至 3-4 を望むようにガラス容器 5 内部の側管 6 近傍に配置されている。尚、第 1 段ダイノード Dy 1 は、光電面 3 よりも高くアノード 5 3 1 よりも低い電位を与えられている。

第 2 段ダイノード Dy 2 は、水平に平らに延びる水平部と、軸方向に平らに延びる垂直部と、水平部と垂直部とを接続し斜め方向に延びる斜め部とを備え、対応する第 1 段ダイノード Dy 1 を望むようにガラス容器 5 内部の軸 Z 近傍に配置されている。すなわちガラス容器 5 内の各セ 10 グメント空間 5-1 乃至 5-4 に各 1 つ、合計 4 つの第 2 段ダイノード Dy 2 が設けられている。

4 つの第 2 段ダイノード Dy 2 のうち、セグメント空間 5-1 とセグメント空間 5-2 の 2 つの第 2 段ダイノード Dy 2 は、垂直部の裏側が一体化されている。同様に、セグメント空間 5-3 とセグメント空間 5-4 の 2 つの第 2 段ダイノード Dy 2 は、垂直部の裏側が一体化されて 15 いる。第 2 段ダイノード Dy 2 は、第 1 段ダイノード Dy 1 よりも高くアノード 3 1 よりも低い電位を与えられている。

第 1 段ダイノード Dy 1 および第 2 段ダイノード Dy 2 と、ダイノード列 2 5 との間に、つい立収束電極 2 0 が設けられている。つい立収束電極 2 0 は、第 2 段ダイノード Dy 2 よりも高く、第 3 段ダイノード Dy 3 以下の電位、好ましくは第 3 段ダイノード Dy 3 と同電位を与えられる。第 4 図に示すようについ立収束電極 2 0 は、第 1 のつい立 2 1、第 2 のつい立 2 2、平板 2 3、開口部 2 4 等を有している。

開口部 2 4 は、軸 Z の周囲に 4 箇所、第 2 段ダイノード Dy 2 を望む 25 位置に 2 行 2 列に配置されている。開口部 2 4 の第 1 段ダイノード Dy 1 側端部に、光電面 3 の方向に延びる第 1 のつい立 2 1 が備えられてい

る。第1のつい立21は、ガラス容器5内の各セグメント空間5-1乃至5-4に各1つ、合計4つ配置される。第1のつい立21は、第1段ダイノードDy1の下端部よりも光電面3側まで延びていることが好ましい。

5 開口部24の第2段ダイノードDy2側端部に、光電面3の方向に延びる第2のつい立22が備えられている。第2のつい立22は、ガラス容器5内の各セグメント空間5-1乃至5-4に各1つ、合計4つ配置される。第2のつい立22は、第2段ダイノードDy2の下端部の上まで延びている。

10 ダイノード列25は、マルチアノード型光電子増倍管1においてはベネシャンブラインド型ダイノードである。各段のダイノードは、平板部26と4つのダイノード部27とからなっている。4つのダイノード部27は、4つの開口部24に対応しており、当該開口部24の第1つい立21より側管6側まで延びている。

15 ダイノード列25の各ダイノード部27には夫々複数の電極エレメント28が備えられている。第3、5、7、9段ダイノードDy3、Dy5、Dy7、Dy9においては、電極エレメント28はその二次電子放出面が第2段ダイノードを望むように、管軸Zに対して45度傾斜して配置されている。第4、6、8段ダイノードDy4、Dy6、Dy8の電極エレメント28は、第3、5、7、9段ダイノードDy3、Dy5、Dy7、Dy9の電極エレメント28とは逆方向に管軸Zに対して45度傾斜して配置されている。

20 第3段ダイノードDy3の平板部26には、つい立収束電極20の平板23がダイノード部27の上部に位置するように一体化されている。

25 第4段から第9段のダイノードDy4乃至Dy9の平板部26には、メッシュ電極29が電極エレメント28の上部に位置するように一体化さ

れている。

アノード 3 1 は、第 9 段ダイノード Dy 9 の下部に 4 つのダイノード部に対応して設けられている。第 10 段ダイノード Dy 10 は、アノード 3 1 の下部に位置するように設けられ、第 9 段ダイノード Dy 9 から 5 放出された電子が入射するとアノード 3 1 側に二次電子を放出する。アノード 3 1 は、第 10 段ダイノード Dy 10 から放出された電子が入射するとそれを検出する。

上記構造を備えるマルチアノード型光電子増倍管 1 は、以下のように動作する。

10 光電面 3 、隔壁 9 、シールド電極 1 1 、平板上電極 1 3 、つい立収束電極 2 0 、第 1 段ダイノード Dy 1 、第 2 段ダイノード Dy 2 、ダイノード列 2 5 、およびアノード 3 1 は、入出力ピン 3 5 を介して所定の電圧を印加される。

15 入射面板 4 の内、1 つのセグメント空間 5-1 乃至 5-4 のいずれかに對応する領域に光が入射すると、対応する光電面 3-1 乃至 3-4 のいずれかは、入射した光量に応じた量の光電子を放出する。放出された光電子は、対応するセグメント空間に備えられた隔壁 9 、シールド電極 1 1 、平板状電極 1 3 等により収束され、対応するメッシュ 1 5 を通過して第 1 段ダイノード Dy 1 に入射する。

20 第 1 段ダイノード Dy 1 は、入射した光電子に応じて二次電子を放出する。この二次電子は、つい立収束電極 2 0 により収束されて、第 2 段ダイノード Dy 2 に入射する。

このとき、第 1 のつい立 2 1 が、第 1 段ダイノード Dy 1 の下端位置より上側に延びているため、第 1 段ダイノード Dy 1 の等電位線の位置 25 が上方向に引き上げられ、当該等電位線の第 2 段ダイノード Dy 2 上の位置を、第 2 段ダイノード Dy 2 の斜め部よりも水平部に近い位置とし、

垂直部と斜め部の大部分を二次電子放出領域とすることができます。

第2段ダイノードDy2から放出された電子は、第2段ダイノードDy2より高い電位を与えられた第3段ダイノードDy3に向かう。このとき、第2のつい立22が第2段ダイノードDy2下端位置の上側まで5突出して備えられており、第2段ダイノードDy2から放出された電子を効率よくつい立収束電極20の開口部24に導くことができる。

開口部24を通過した電子は、第3段ダイノードDy3に入射する。第3段ダイノードDy3は、開口部24よりも側管6側まで延びており、開口部24を通過した電子を効率よく入射させることができる。電子は10ダイノード列25において順次多段増倍され、アノード31に入射する。

アノード31は、入射した電子に応じた信号を発生し、入出力ピン35を介してガラス容器5外部に出力信号として出力する。

マルチアノード型光電子増倍管1においては、シールド電極11、平板上電極13、つい立収束電極20、第1段ダイノードDy1、第2段15ダイノードDy2、ダイノード列25、およびアノード31がガラス容器5内部に配置され、外周に磁気シールドが設けられている。よって、光電子の収束および増倍を、外部磁界の影響を受けることなく正確に行なうことができる。

次に、第5図乃至第8図を参照しながら、つい立収束電極20の効果20について説明する。

第5図は、マルチアノード型光電子増倍管1における電子の軌跡を示す図である。マルチアノード型光電子増倍管1において第1のつい立21、第2のつい立22は、平板23と共に第2段ダイノードDy2より高く、第3段ダイノードDy3以下の電位、好ましくは第3段ダイノードDy3と同電位を与えられ、第1段ダイノードDy1から第2段ダイノードDy2、および第2段ダイノードDy2から第3段ダイノードD

$y_3$ への電子の軌跡を制御している。このため電子の軌跡  $p_0$ 、 $q_0$ 、 $r_0$ 、 $s_0$ は図示のように、夫々の軌跡で第1段ダイノード  $Dy_1$ 、第2段ダイノード  $Dy_2$ から逸れることなく入射している。

第2段ダイノード  $Dy_2$ に入射した後に放出された電子の軌跡を見ると、電子の軌跡  $r_0$ は、第2段ダイノード  $Dy_2$ から放出された後、第1のつい立  $2_1$ に衝突している。すなわち、この電子の軌跡  $r_0$ の位置に入射した光は、アノード  $3_1$ によって検出されないことになる。電子の軌跡  $p_0$ 、 $q_0$ 、 $s_0$ は第3段ダイノード  $Dy_3$ に入射し、さらに第4段ダイノード  $Dy_4$ へと入射している。

よって、上記マルチアノード型光電子増倍管1では、光電面の周縁部に入射した光の検出効率が多少低くなるが、概ね良好に入射光の検出が行なえる。

比較例として、第6図には第1のつい立  $2_1$ 及び第2のつい立がない場合の電子の軌跡を示している。第6図において電子の軌跡  $p_1$ 、 $q_1$ 、 $r_1$ 、 $s_1$ は、電子の軌跡  $p_0$ 、 $q_0$ 、 $r_0$ 、 $s_0$ と光電面  $3-1$ のはほぼ同位置に入射した光により放出された電子の軌跡である。

第6図に示すように、第1のつい立  $2_1$ および第2のつい立  $2_2$ がないと電子の軌跡  $p_1$ 、 $q_1$ 、 $r_1$ 、 $s_1$ は、電子の軌跡  $p_0$ 、 $q_0$ 、 $r_0$ 、 $s_0$ に比べて第2段ダイノード  $Dy_2$ への入射位置が光電面方向に移動している。また、第3段ダイノード  $Dy_3$ からの電界が弱いため第2段ダイノード  $Dy_2$ への第1段ダイノード  $Dy_1$ による負電位の影響が強く、電子の軌跡  $p_1$ 、 $q_1$ のように第2段ダイノード  $Dy_2$ から出られない二次電子が多く存在することになる。よって、光電面  $3$ に入射した光を効率よく検出することができない。

第2の比較例として、第7図には第1のつい立  $2_1$ 及び第2のつい立がなく、平板  $2_3$ の開口部  $2_4$ 、および第1段ダイノード  $Dy_1$ と第3

段ダイノードDy3との間に相当する部分に、メッシュ34を設けた場合の電子の軌跡を示している。第7図において電子の軌跡p2、q2、r2、s2は、電子の軌跡p0、q0、r0、s0と光電面3-1のほぼ同位置に入射した光により放出された電子の軌跡である。

5 第7図に示すように、第1のつい立21および第2のつい立22がないと電子の軌跡p2、q2、r2、s2は、電子の軌跡p1、q1、r1、s1と同様電子の軌跡p0、q0、r0、s0に比べて第2段ダイノードDy2への入射位置が光電面方向に移動する。また、第3段ダイノードDy3からの電界が弱いため第2段ダイノードDy2への第1段  
10 ダイノードDy1の負電位の影響が強く、電子の軌跡p2、q2のように第2段ダイノードDy2から出られない二次電子が多く存在することになる。

さらに、第3段ダイノードDy3にメッシュ34を貼ったので、第3段ダイノードDy3から出た二次電子が第1段ダイノードDy1の負電位の影響を受けることがなくなり、電子の軌跡r2、s2のように第4段ダイノードDy4に入射しなくなる。よって、光電面3に入射した光をほとんど検出することができない。

第3の比較例として、第8図には第2のつい立22がない場合の電子の軌跡を示している。第8図において電子の軌跡p3、q3、r3、s3は、電子の軌跡p0、q0、r0、s0と光電面3-1のほぼ同位置に入射した光により放出された電子の軌跡を示している。

第8図に示すように、第2のつい立22がない場合も電子の軌跡p3、q3、r3、s3は、第2段ダイノードDy2への入射位置は電子の軌跡p0、q0、r0、s0とほぼ同位置である。しかし第2段ダイノードDy2から放出された二次電子は第1のつい立21および第1段ダイノードDy1下方の平板23に引き寄せられ、電子の軌跡q3、r3、

s 3 のように、第 1 のつい立 2 1 に衝突する。よって、第 3 段ダイノード Dy 3 に入射する電子が減少するので、光電面 3 に入射した光を効率よく検出することができない。

以上説明したように、第 1 の実施の形態にかかるマルチアノード型光  
5 電子増倍管 1 においては、ガラス容器 5 内に、第 1 段ダイノード Dy 1 、  
第 2 段ダイノード Dy 2 、ダイノード列 2 5 等を有する電子増倍部およ  
びアノード 3 1 等を設け、光電面 3 に入射した光を電子増倍部で増倍し、  
アノード 3 1 により検出する。

また、第 3 段ダイノード Dy 3 を該第 2 段ダイノードに望ませる開口  
10 部 2 4 を備え、第 2 段ダイノード Dy 2 と第 3 段ダイノード Dy 3 との  
間に備えられた平板 2 3 と、開口部 2 4 の第 1 段ダイノード Dy 1 側に  
備えられ、第 1 段ダイノード Dy 1 の下端よりも光電面 3 側に延びる第  
15 1 のつい立 2 1 と、開口部 2 4 の第 2 段ダイノード Dy 2 側に備えられ、  
先端が第 2 段ダイノード Dy 2 の下端よりも上部に位置するように光電  
面 3 側に延びた第 2 のつい立 2 2 とを有するつい立収束電極 2 0 を設け、  
第 2 段ダイノード Dy 2 よりも高く、第 3 段ダイノード Dy 3 以下の電  
位を与える。

上記構成により、光電面 3 に入射した光に応じて放出される電子を、  
光電面 3 における放射位置にかかわらず第 1 段ダイノード Dy 1 、第 2  
20 段ダイノード Dy 2 、第 3 段ダイノード Dy 3 などの電子増倍部に効率  
よく入射させることが可能となる。このように光電面 3 に入射した光は  
入射箇所にかかわらずほぼ均一に検出されるので、画像表示装置等に用  
いられる際に、鮮明な画像を得ることが可能になる。

次に、第 9 図乃至第 13 図を参照しながら、本発明の第 2 の実施の形  
25 態にかかるマルチアノード型光電子増倍管 100 について説明する。第  
1 の実施の形態にかかるマルチアノード型光電子増倍管 1 と同様の構成

については、同一の符号を付す。

第9図乃至第12図に示すように、マルチアノード型光電子増倍管100は、マルチアノード型光電子増倍管1の隔壁9に替えて隔壁109を、つい立収束電極20に替えてつい立収束電極120を、シールド電極11に替えてシールド電極110を備えている。

隔壁109は、導電性部材からなり、光電面3から管軸Zの方向に延びている。第10図に示すように、隔壁109は上方から見ると十文字形状の壁であり、隔壁9と同様ガラス容器5内の電子収束空間を4つのセグメント空間5-1乃至5-4に分割している。隔壁109の下部はシールド電極110との間に開口部108をなしている。隔壁109は、光電面3と同電位を与えられる。

第10図に示すように、シールド電極110は導電性の板状部材であり、ガラス容器5内部の隔壁109の下方、平板上電極13の上部に配置されている。シールド電極110の周縁部は、図示の例では光電面3の方向に延びる立ち上がりが設けられ、シールド電極110の強度を補強している。シールド電極110の中央部には、開口112が備えられている。開口112は上方から見た形状は長方形である。シールド電極110は、光電面3と同電位を与えられる。

つい立収束電極120は、第12図のようすに第1のつい立21、第2のつい立22、および平板123を有している。つい立収束電極120を第2段ダイノードDy2と第3段ダイノードDy3との間で固定することで、第9図に示すように、第1段ダイノードDy1と第3段ダイノードDy3との間まで延びる開口部142が形成される。すなわち、第1段ダイノードDy1の裏面と第3段ダイノードDy3の電子入射面が向かい合うことになる。

第1のつい立21、第2のつい立22はマルチアノード型光電子増倍

管 1 と同様の構成である。つい立収束電極 1 2 0 は、つい立収束電極 2 0 と同様、第 2 段ダイノード D y 2 よりも高く、第 3 段ダイノード D y 3 以下、好ましくは第 3 段ダイノード D y 3 と同電位を与えられる。

他の構成および動作はマルチアノード型光電子増倍管 1 と同様である。

5 次に、第 5 図および第 13 図を参照しながら、マルチアノード型光電子増倍管 100 におけるつい立集束電極 1 2 0 の効果について説明する。

第 5 図は、マルチアノード型光電子増倍管 1 における電子の軌跡を示す図であるが、第 1 の実施の形態で説明したように、電子の軌跡 r 0 は、第 1 のつい立 2 1 に衝突してしまい、第 3 段ダイノード D y 3 に入射せずアノード 3 1 に検出されない。また、第 3 段ダイノード D y 3 に入射しても、第 3 段ダイノード D y 3 から放出された二次電子は第 1 段ダイノード D y 1 の負電位の影響を受けないため、第 3 段ダイノード D y 3 に再入射する場合がある。また、第 1 段ダイノード D y 1 の負電位の影響を受けないため、第 3 段ダイノード D y 3 を飛び越えて第 4 段ダイノード D y 4 に入射する場合もあり（軌跡 s 0 の第 3 段ダイノード D y 3 から第 4 段ダイノード D y 4 の軌跡）、ダイノード間の二次電子走行時間が長くかかってしまうことになり、時間特性が悪くなる。

第 13 図において電子の軌跡 p 4、q 4、r 4、s 4 は、電子の軌跡 p 0、q 0、r 0、s 0 と光電面 3-1 のほぼ同位置に入射した光により放出された電子の軌跡を示している。ここではつい立収束電極 1 2 0 による効果を示すため、隔壁 1 0 9 に替えて隔壁 9 を設けている。

マルチアノード型光電子増倍管 100 では、マルチアノード型光電子増倍管 1 における開口部 2 4 よりも広い開口部 1 4 2 を設け、第 1 段ダイノード D y 1 と第 3 段ダイノード D y 3 との間が開口になったことで、25 電子の軌跡 p 4、q 4、r 4、s 4 は全て第 3 段ダイノード D y 3 に入射し、さらにその真下の第 4 段ダイノード D y 4 に入射している。よっ

て、第2段ダイノードDy2と第4段ダイノードDy4間での二次電子走行時間が速くなるので、マルチアノード型光電子増倍管1に比べて時間特性が改善される。

以上説明したように、第2の実施の形態にかかるマルチアノード型光電子増倍管100においては、ガラス容器5内に、第1段ダイノードDy1、第2段ダイノードDy2、ダイノード列25等を有する電子増倍部およびアノード31等を設け、光電面3に入射した光を電子増倍部で増倍し、アノード31により検出する。

隔壁109とシールド電極110との間には、開口108が設けられ、シールド電極110には開口112が設けられている。また、第3段ダイノードDy3を該第2段ダイノードに望ませ、第1段ダイノードDy1と第3段ダイノードDy3との間まで延びる開口部142を備え、第2段ダイノードDy2と第3段ダイノードDy3との間に備えられた平板123と、第1段ダイノードDy1下端の下方から第1段ダイノードDy1の下端よりも光電面3側に延びる第1のつい立21と、開口部142の第2段ダイノードDy2側に備えられ、先端が第2段ダイノードDy2の下端よりも上部に位置するように光電面3側に延びた第2のつい立22とを有するつい立収束電極120を設け、第2段ダイノードDy2よりも高く、第3段ダイノードDy3以下の電位を与える。

上記構成により、光電面3に入射した光に応じて放出される電子を、光電面3における放射位置にかかわらず第1段ダイノードDy1、第2段ダイノードDy2、第3段ダイノードDy3などの電子増倍部に効率よく入射させることが可能となる。また、隔壁109の下方の開口部108およびシールド電極110の開口部112により、セグメント空間5-1乃至5-4内の電界がより均一になるので、光電面3上の電子の放出位置にかかわらず、光電面3から第1段ダイノードDy1に入射す

るまでの電子の走行時間差を小さくすることができる。そのため、画像表示装置等に用いられる際に、鮮明な画像を得ることが可能になる。

さらに開口部 142 が第 1 段ダイノード Dy 1 と第 3 段ダイノード Dy 3 との間まで延びており、第 2 段ダイノード Dy 2 からの二次電子が 5 第 3 段ダイノード Dy 3 を飛び越えて第 4 段ダイノード Dy 4 に入射することができなく、光の検出における時間特性がさらに改善される。

このように光電面 3 に入射した光は入射箇所にかかわらずほぼ均一に検出され、時間特性も良好であるので、画像表示装置等に用いられる際に、鮮明な画像を得ることが可能になる。

10 以上、添付図面を参照しながら本発明による光電子増倍管の好適な実施形態について説明したが、本発明は上述した実施の形態に限定されない。当業者であれば、特許請求の範囲に記載された技術的思想の範疇内において各種の変形や改良が可能である。

15 例えば、図 12 のつい立収束電極 120 に代えて図 14 のつい立収束電極 220 のように、1 枚の平板に第 1 のつい立 21、第 2 のつい立 22、開口部 142、開口部 124 を形成し、これを第 2 段ダイノード Dy 2 と第 3 段ダイノード Dy 3 との間に固定してもよい。

20 収束電極 20、120 または 220 の代わりに、第 1 段ダイノード Dy 1 の下端側でかつ第 3 段ダイノード Dy 3 の上側位置に、第 3 段ダイノード Dy 3 への二次電子を収束させるための第 1 の収束電極と、第 2 段ダイノード Dy 2 の下端側でかつ第 3 段ダイノード Dy 3 の上側位置に、第 3 段ダイノード Dy 3 への二次電子を収束させるための第 2 の収束電極を設けてもよい。これらの第 1 の収束電極と第 2 の収束電極は、同一部材で一体に構成にしてもよいし、別部材で独立に構成してもよい。

25 シールド電極 11、110 の周縁部は、立ち上がりがなくてもよい。シールド電極 110 に設けられる開口の形状は、長方形には限定されな

い。また、シールド電極 11、110 は必ずしも備えられなくてもよい。これによれば、シールド電極 11、110 を構成する材料の量を少なくすることができ、コストの削減が可能である。

セグメント空間 5-1 乃至 5-4 は 4 つに限定されず、例えば 3×3 5 の 9 空間等でもよい。そのとき隔壁 9 は、領域の配置に応じて格子状等に設けられる。

平板状電極 13 の開口には、メッシュ 15 を備えなくてもよい。また、第 1 段ダイノード Dy1、第 2 段ダイノード Dy2 における垂直部、水平部、斜め部は平らでなくともよく、湾曲した構造でもよい。

10 第 3 段ダイノード Dy3 は、第 1 のつい立 21 より側管 6 側に延びていなくてよく、第 1 のつい立 21 の略下側まで延びていればよい。

ダイノード列 25 は、第 3 段ダイノード Dy3 から第 10 段ダイノード Dy10 を有するとしたが、これより少ないかまたは多い段数のダイノード列でもよい。

15 また、ダイノード列 25 としてベネシャンブラインド型のものについて説明したが、ファインメッシュ型、マイクロチャンネルプレート型等、他の積層構造のダイノード列でもよい。また、積層型でなく、ボックス型やラインフォーカス型のダイノードを第 3 段ダイノード以下のダイノードとして設けるようにしてもよい。

20 ガラス容器 5 は、略四角柱型としたがこれに限定されず、例えば円柱型などでもよい。

マルチアノード型光電子増倍管 100 においては隔壁 109 を有するとしたが、隔壁 109 を隔壁 9 に替えてよい。

上記実施の形態では本発明にかかる光電子増倍管を、4 つのセグメント空間 5-1 乃至 5-4 を有するマルチアノード型光電子増倍管 1、100 を例にして説明したがこれに限定されず、1 つのセグメント空間の

みを有する光電子増倍管にも適用することができる。その場合、第3段以下のダイノードは、開口部24または124よりも外側まで設けられることが好ましい。

## 5 産業上の利用の可能性

本発明の光電子増倍管は、ポジトロンCTとして医療分野で利用できる他、他の放射線検出や他の光検出等、様々な分野で広く利用することができる。

## 請 求 の 範 囲

1. ガラス製の入射面板と、

該入射面板の一つの側の面に接続され、該入射面板に略垂直な管軸に沿って延びるガラス製の中空の側管と、

5 該入射面板の該一つの側の面のうち該側管の内側に位置した領域に形成され、該入射面板に入射した光に応じた光電子を放出する光電面と、

該光電面から放出された光電子を増倍する電子増倍部と、

該光電面に対応して該側管の内側に設けられ、該電子増倍部から放出される電子を受けるアノード電極と、

10 を備え、

該電子増倍部は、

該側管の内側に設けられ、該光電面から放出された光電子が入射すると増倍して二次電子を放出する第1段ダイノードと、

該側管の内側に、該第1段ダイノードと該軸方向において略同一位置15 に配置され、該第1段ダイノードから放出された二次電子が入射するとさらに増倍して二次電子を放出する第2段ダイノードと、

該側管の内側に、該第1段ダイノードおよび該第2段ダイノードより該管軸方向における下部に設けられ、該第2段ダイノードから放出された二次電子が入射すると次々に増倍して二次電子を放出する第3段ダイ

20 ノード以下の複数段のダイノードと、

該第3段ダイノードを該第2段ダイノードに望ませる開口部を備え、

該第2段ダイノードと該第3段ダイノードとの間に備えられた平板と、

該開口部の第1段ダイノード側に設けられ、該第1段ダイノードの下端よりも該光電面側に延びる第1のつい立と、該開口部の第2段ダイノー

25 ド側に設けられ、先端が該第2段ダイノードの下端よりも上部に位置するように該光電面側に延びる第2のつい立とを備えた収束電極と、

を有することを特徴とする光電子増倍管。

2. 該収束電極は、該第2段ダイノードよりも高く、該第3段ダイノード以下の電位を与えられることを特徴とする請求項1に記載の光電子増倍管。

5 3. ガラス製の入射面板と、

該入射面板の一つの側の面に接続され、該入射面板に略垂直な管軸に沿って延びるガラス製の中空の側管と、

該入射面板の該一つの側の面のうち該側管の内側に位置した領域に形成され、該入射面板に入射した光に応じた光電子を放出する光電面と、

10 該光電面から放出された光電子を増倍する電子増倍部と、

該光電面に対応して該側管の内側に設けられ、該電子増倍部から放出される電子を受けるアノード電極と、

を備え、

該電子増倍部は、

15 該側管の内側に設けられ、該光電面から放出された光電子が入射すると増倍して二次電子を放出する第1段ダイノードと、

該側管の内側に、該第1段ダイノードと該軸方向において略同一位置に配置され、該第1段ダイノードから放出された二次電子が入射するとさらに増倍して二次電子を放出する第2段ダイノードと、

20 該側管の内側に、該第1段ダイノードおよび該第2段ダイノードより該管軸方向における下部に設けられ、該第2段ダイノードから放出された二次電子が入射すると次々に増倍して二次電子を放出する第3段ダイノード以下の複数段のダイノードと、

該第1段ダイノード下端側に設けられ該第1段ダイノードの下端より

25 も該光電面側に延びる第1のつい立と、該第3段ダイノードを該第2段ダイノードに望ませる切り込み部を備えた平板と、該切り込み部の第2

段ダイノード下端側に設けられ、該第2段ダイノードの下端よりも該光電面側に延びる第2のつい立と、を備え、該第2段ダイノードと該第3段ダイノードとの間に固定されることにより、該第1段ダイノードと該第3段ダイノードとの間まで延びる開口部を形成する収束電極と、

5 を有することを特徴とする光電子増倍管。

4. 該収束電極は、該第2段ダイノードよりも高く、該第3段ダイノード以下の電位を与えられることを特徴とする請求項3に記載の光電子増倍管。

5. ガラス製の入射面板と、

10 該入射面板の一つの側の面に接続され、該入射面板に略垂直な管軸に沿って延びるガラス製の中空の側管と、

該入射面板の該一つの側の面のうち該側管の内側に位置した領域に形成され、該入射面板に入射した光に応じた光電子を放出する光電面と、

該光電面から放出された光電子を増倍する電子増倍部と、

15 該光電面に対応して該側管の内側に設けられ、該電子増倍部から放出される電子を受けるアノード電極と、

を備え、

該電子増倍部は、

20 該側管の内側に設けられ、該光電面から放出された光電子が入射すると増倍して二次電子を放出する第1段ダイノードと、

該側管の内側に、該第1段ダイノードと該軸方向において略同一位置に配置され、該第1段ダイノードから放出された二次電子が入射するとさらに増倍して二次電子を放出する第2段ダイノードと、

25 該側管の内側に、該第1段ダイノードおよび該第2段ダイノードより該管軸方向における下部に設けられ、該第2段ダイノードから放出された二次電子が入射すると次々に増倍して二次電子を放出する第3段ダイ

ノード以下の複数段のダイノードと、

該第1段ダイノード下端側に設けられ該第1段ダイノードの下端よりも該光電面側に延びる第1のつい立と、該第3段ダイノードを該第2段ダイノードに望ませる第1の開口部と、該第1段ダイノードと該第3段

5 ダイノードとの間の第2の開口部とを備え該第2段ダイノードと該第3段ダイノードとの間に備えられた平板と、該第1の開口部の第2段ダイ

ノード下端側に設けられ、該第2段ダイノードの下端よりも該光電面側

に延びる第2のつい立とを備えた収束電極と、

を有することを特徴とする光電子増倍管。

10 6. 該収束電極は、該第2段ダイノードよりも高く、該第3段ダイノード以下の電位を与えられることを特徴とする請求項5に記載の光電子増倍管。

7. ガラス製の入射面板と、

該入射面板の一つの側の面に接続され、該入射面板に略垂直な管軸に

15 沿って延びるガラス製の中空の側管と、

該入射面板の該一つの側の面のうち該側管の内側に位置した領域に形成され、該入射面板に入射した光に応じた光電子を放出する光電面と、該光電面から放出された光電子を増倍する電子増倍部と、

該光電面に対応して該側管の内側に設けられ、該電子増倍部から放出

20 される電子を受けるアノード電極と、

を備え、

該電子増倍部は、

該側管の内側に設けられ、該光電面から放出された光電子が入射すると増倍して二次電子を放出する第1段ダイノードと、

25 該側管の内側に、該第1段ダイノードと該軸方向において略同一位置に配置され、該第1段ダイノードから放出された二次電子が入射すると

さらに増倍して二次電子を放出する第2段ダイノードと、

該側管の内側に、該第1段ダイノードおよび該第2段ダイノードより該管軸方向における下部に設けられ、該第2段ダイノードから放出された二次電子が入射すると次々に増倍して二次電子を放出する第3段ダイ

5 ノード以下の複数段のダイノードと、

該第1段ダイノードの下端側で、かつ該第3段ダイノードの上側に設けられる第1の収束電極と、

該第2段ダイノードの下端側で、かつ該第3段ダイノードの上側に設けられる第2の収束電極と、

10 を夫々備え、該第2段ダイノードで増倍された電子は該第1の収束電極と該第2の収束電極との間の空間を通過して該第3段ダイノードに入射することを特徴とする光電子増倍管。

8. 該第1の収束電極と、該第2の収束電極とは同一部材で形成されていることを特徴とする請求項7に記載の光電子増倍管。

## 要 約 書

ガラス容器は、入射面板、側管、底部を有している。入射面板の内側には、光電面が形成されている。ガラス容器内部には、第1段ダイノード、第2段ダイノード、つい立収束電極、ダイノード列、アノード等が備えられている。つい立収束電極は、第1のつい立、第2のつい立、平板、開口を有する。第1のつい立は、開口の第1段ダイノード側に、第1段ダイノード下端よりも光電面側に延びるように設けられる。第2のつい立は、開口の第2段ダイノード側に、第2段ダイノード下端よりも光電面側に延びるように備えられる。ダイノード列として、ベネシャンブラインド型のダイノードが備えられる。第1段ダイノード、第2段ダイノード、ダイノード列、アノード等には、光電面よりも高い電位が印加される。光電面に入射した光に応じて放出される電子は、放出される箇所にかかわらず効率よくダイノードに入射して増倍され、アノードにより検出される。